

BEST AVAILABLE COPY

Automatic guidance system for vehicle in traffic congestion performs left-right steering and distance maintenance, while giving driver priority to override automatic functions

Patent number: DE10017279

Publication date: 2000-10-12

Inventor: LOHNER HERBERT (DE); DOMINKE PETER (DE); CAO CHI-THUAN (DE); LEIMBACH KLAUS-DIETER (DE); HARTER WERNER (DE); HOMMEL MATHIAS (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: **B60K31/00; G05D1/02; B60K31/00; G05D1/02; (IPC1-7): G05D1/02; B60K31/00; B62D1/28; G05D13/00; G08G1/16**

- european: **B60K31/00D; G05D1/02E6V; G05D1/02E10**

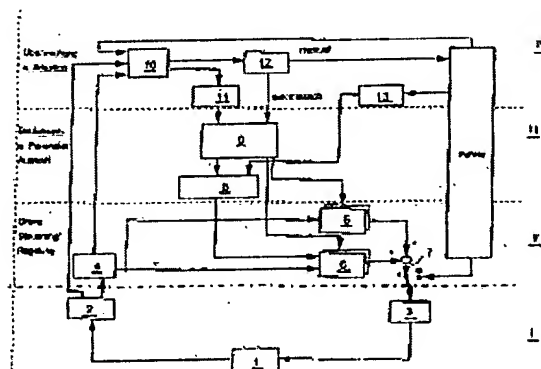
Application number: DE20001017279 20000406

Priority number(s): DE20001017279 20000406; DE19991016095 19990409

Report a data error here

Abstract of DE10017279

The system takes over left-right guidance using automatic steering control, and also maintains a defined distance to the vehicle in front. The latter function requires an adaptive drive- and braking control with stop and go functions. Selection and decision devices (5,6,7,8,9) are provided which select control parameters and controller types, e.g. follow guidance in accordance with traffic lane markings detected by a video camera or a detected vehicle in front. The system is divided in to hierarchical stages (I-IV). The driver is always placed in the monitoring and adaptation loop for upper stage (IV) of the hierarchy, so that he has the highest priority and can override the system at any time.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 17 279 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
G 05 D 1/02
B 60 K 31/00
G 08 G 1/16
G 05 D 13/00
B 62 D 1/28

⑳ Aktenzeichen: 100 17 279.2
㉔ Anmeldetag: 6. 4. 2000
㉓ Offenlegungstag: 12. 10. 2000

DE 100 17 279 A 1

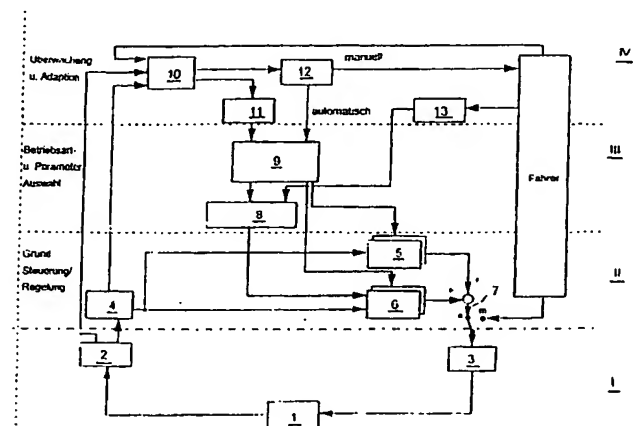
⑥⑤ Innere Priorität:
199 16 095. 3 09. 04. 1999
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Lohner, Herbert, 71292 Frieolzheim, DE; Dominke,
Peter, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE; Cao,
Chi-Thuan, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE;
Leimbach, Klaus-Dieter, Dr., 71696 Möglingen, DE;
Harter, Werner, 75428 Illingen, DE; Hommel,
Mathias, 70825 Korntal-Münchingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, eines Kraftfahrzeugs

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, eines Kraftfahrzeugs (1), um so den Fahrer in Stausituationen sowohl durch die Übernahme der Querführung mittels einer automatischen Lenkungsregelung als auch durch Einhalten einer bestimmten Distanz zu einem Führungsfahrzeug zu entlasten. Die zuletzt genannte Funktion benötigt eine adaptive Fahr- und Bremsregelung mit "Stop"- und "Go"-Funktion. Erfindungsgemäß sind Auswahl- und Entscheidungsmittel (5, 6, 7, 8, 9) vorgesehen, die eine Auswahl von Regelparametern als auch von Reglertypen treffen, z. B. Folgeführung des Kraftfahrzeugs (1) nach mittels einer Videokamera erkannten Fahrbahnmarkierungen oder nach einem erkannten Führungsfahrzeug. Das System ist in Hierarchiestufen I-IV gegliedert, wobei sich der Fahrer stets in dem der obersten Hierarchiestufe IV zugeordneten Überwachungs- und Adaptionskreis befindet, so dass er die höchste Priorität hat und das System jederzeit übersteuern kann.



E 100 17 279 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, eines Kraftfahrzeugs, welches

- eine elektronische Fahr-, Brems- und Lenkungssteuerung/Regelung,
- eine mit einer Videokamera und nachgeschalteter Bildauswertung ausgerüstete Umgebungsbilderfassungseinheit, die Signale erzeugt, die der elektronischen Fahr-, Brems- und Lenkungssteuerung wenigstens zur automatischen Führung längs einer markierten Fahrspur eingebbar sind, und/oder
- eine Umgebungserfassungseinheit, die aufgrund detektierter Reflexionen von ausgesandter elektromagnetischer Strahlung arbeitet, sowie
- eine Abstands- und Relativgeschwindigkeitserfassungseinheit aufweist, die einen Abstand und eine Relativgeschwindigkeit zu einem aufgrund der von der Umgebungsbilderfassungseinheit erzeugten Signale auswählbaren Führungsfahrzeug erfaßt und jeweils ein entsprechendes Abstands- und Relativgeschwindigkeitserfassungssignal erzeugt.

Ein ähnliches System ist im US-Patent 5 684 697 beschrieben. Bei dem bekannten System werden die von der Videokamera gelieferten Bildrahmen digitalisiert und von einem Computer verarbeitet, der die Lenkung, Beschleunigung, Verlangsamung und Bremsung des Fahrzeugs innerhalb bestimmter Kriterien automatisch steuert oder regelt. Die automatische Lenkung des Fahrzeugs beruht auf der Bilderfassung von streifenförmigen Fahrbahnmarkierungen, während die automatische Geschwindigkeitssteuerung- oder -regelung auf der Erfassung des Orts eines Führungsfahrzeugs innerhalb der markierten Fahrspur beruht.

Dagegen verwendet ein weiteres, aus dem US-Patent 5 572 449 bekanntes System Geschwindigkeitssignale, die einerseits von dem zu steuernden Fahrzeug und andererseits von einem voranfahrenden Führungsfahrzeug erfaßt und über ein Kommunikationssystem ausgetauscht werden, um die Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Fahrzeugen zu ermitteln und Steuersignale zu erzeugen, die die Geschwindigkeit und damit eine sichere Folgedistanz des nachkommenden Fahrzeugs zum Führungsfahrzeug stabilisieren und außerdem die Lenkung so steuern, dass das nachkommende Fahrzeug dem voranfahrenden folgen kann. Nachteilig ist hier, dass alle in Kolonne fahrenden Fahrzeuge mit demselben System ausgerüstet sein müssen.

Ein weiteres aus dem US-Patent 5 245 422 bekanntes System verwendet ähnlich wie bei dem US -Patent 5 684 697 eine Videokamera und die von einem Bildprozessor verarbeiteten Bilder derselben, um die Fahrbahnmarkierungen der Straße sowie die Position des Fahrzeugs relativ dazu zu bestimmen. Das gemeinsame Eingreifen eines Fahrregelschalters und eines Lenkregelschalters werden erkannt und dazu benutzt, die Verarbeitung der Bilddaten und eine automatische Lenkung des Fahrzeugs zu initiieren. Die automatische Einhaltung eines gegebenen Abstands zu einem voranfahrendem Führungsfahrzeug ist in dem obigen US-Patent 5 245 422 dagegen nicht beschrieben.

In Stausituationen tritt häufig der Fall ein, dass in einer Kolonne ein Fahrzeug hinter dem anderen mit niedriger Geschwindigkeit, z. B. unter 20 km/h in derselben Fahrspur fährt. In solchen Situationen ist die Aufmerksamkeit des Fahrers hauptsächlich darauf gerichtet, einen bestimmten

Abstand zum Vordermann einzuhalten, um bei plötzlichen Bremsmanövern einen ausreichenden Bremsweg zur Verfügung zu haben. Die Lenkung des Fahrzeugs macht bei solchen kleinen Geschwindigkeiten und stetigen Fahrzeugbewegungen allenfalls kleine Korrekturen an dem Lenkrad erforderlich. Diese Fahrsituationen führen, wenn sie über einen längeren Zeitraum andauern, häufig zu einer Ermüdung oder Ablenkung des Fahrers, da sie nur einen kleinen Teil seiner Aufmerksamkeit beanspruchen.

Aufgaben und Vorteile der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, eines Kraftfahrzeugs zu ermöglichen, welches den Fahrer in bestimmten Situationen, beispielsweise in Stausituationen, durch die Übernahme der Querführung und der Abstandsführung zu einem Führungsfahrzeug wirksam entlasten kann.

Voraussetzung für ein solches System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, ist eine automatische Fahrsteuerung mit "Stop"- und "Go"-Funktion, die unter bestimmten Bedingungen Brems-, Gas- und Kupplungspedalbewegungen des Fahrers entbehrlich macht und die abhängig von bestimmten Situationen ein automatisches Halten, Wiederanfahren und Fahren bis zur eingestellten Grenzgeschwindigkeit unabhängig von Fahrereingriffen ermöglicht. Eine weitere Voraussetzung für die Funktion eines solchen Systems zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, ist eine automatische Lenkungssteuerung- oder -regelung, die unabhängig von einer fahrerseitigen Betätigung des Lenkrads Lenkbewegungen und/oder Lenkmomente auf die gelenkten Räder ausüben kann. Eine weitere Voraussetzung des erfindungsgemäßen Systems zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, ist das Vorhandensein von Fahrspurmarkierungen und ein innerhalb der Fahrspurmarkierungen befindliches Führungsfahrzeug, das im Falle eines Staus langsam fährt. Das eigene Fahrzeug folgt dem Führungsfahrzeug, solange dieses innerhalb der Fahrspurmarkierungen und unterhalb einer Grenzgeschwindigkeit fährt. Fällt das Führungsfahrzeug weg, weil es z. B. die Fahrspur verläßt oder schneller fährt als die Grenzgeschwindigkeit, schaltet das System ab. Das gleiche gilt auch dann, wenn mit Hilfe der mit einer Videokamera und einer nachgeschalteten Bildauswertung ausgerüsteten Umgebungsbilderfassungseinheit die Fahrspur nicht mehr erkannt werden kann, z. B. wenn Fahrspurmarkierungen nicht mehr oder mehrdeutig vorhanden sind. Jede bevorstehende Abschaltung des automatischen Folgeführungssystems, insbesondere des automatischen Staufolgeführungssystems, wird dem Fahrer durch ein Warnsignal mitgeteilt.

Das erfindungsgemäße System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, weist Auswahl- und Entscheidungsmittel auf, die aufgrund von durch einen Fahrer eingebbaren und/oder von einem Fahrer abhängigen Parametern und aufgrund von vom System automatisch ermittelten Bedingungen zum einen entscheiden, ob eine automatische Folgeführung ausführbar ist oder ob eine manuelle Fahr-, Brems- und Lenkungssteuerung/Regelung vom Fahrer auszuführen ist, ob nur eine automatische Führung längs einer markierten erkannten Fahrspur oder ob eine Folgeführung nach einem erkannten Führungsfahrzeug oder ob eine Kombination dieser automatischen Führungstypen auszuführen ist und die andererseits ebenfalls aufgrund von einem Fahrer eingebbaren und/oder von einem Fahrer abhängigen Parametern und auf-

grund von vom System automatisch ermittelten Bedingungen auswählen, welche der Parameter für die Entscheidung: automatische oder manuelle Folgeführung zugrunde zu legen sind und die, wenn die automatische Folgeführung ausgeführt wird, die Regelparameter für die Fahr-, Brems- und Lenkungsregelung auswählen.

Bei dem erfindungsgemäßen System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, sind folgende Einschaltbedingungen in Form von "UND"-Kriterien verwirklicht:

- Das System ist nur aktiv, wenn die automatische Fahrsteuerung/Regelung mit der "Stop"- und "Go"-Steuerung aktiv ist. Die automatische "Stop"- und "Go"-Steuerung verlangt eine Freigabe durch den Fahrer beim Wiederanfahren nach einem Halt.
- Die Fahrspurmarkierungen wurden zweifelsfrei von der Umgebungsbilderfassungseinheit erfaßt. D. h., die Fahrspurerkennung erkennt z. B. zwei unterbrochene Linien in einem Abstand von z. B. bis zu 12 m. Zusätzlich oder alternativ können auch ausreichend hochstehende Bordsteine, die z. B. mindestens 10 cm über die Fahrbahnoberfläche ragen, als Fahrspurbegrenzung über kurze Entfernungen erkannt werden.
- Das Führungsfahrzeug ist vorhanden und wurde von der Umgebungsbilderfassungseinheit zweifelsfrei erkannt.
- Die Geschwindigkeit des Führungsfahrzeugs ist kleiner als die Grenzgeschwindigkeit, d. h. z. B. kleiner als 20-30 km/h.

Weiterhin realisieren die erfindungsgemäßen Auswahl- und Entscheidungsmittel folgende Abschaltbedingungen als "ODER"-Kriterien:

- wenn die Einschaltbedingungen nicht oder nicht mehr gegeben sind;
- wenn der Fahrer einen Lenkeingriff über ein gewisses Lenkmoment hinaus oder einen Fahrpedaleingriff, d. h. einen Eingriff am Brems-, Gas- und/oder Kuppelungspedal vornimmt;
- wenn der Fahrer das System zur automatischen Folgeführung z. B. durch eine Schalterbetätigung abschaltet. In diesem Fall muß das System sofort abgeschaltet werden;
- wenn Fahrspurmarkierungen fehlen oder aussetzen oder nicht zweifelsfrei erkannt wurden oder wenn zwar die Fahrspurmarkierungen erkannt wurden, aber das Führungsfahrzeug fehlt. In diesem Fall wird nach Ausgabe eines Abschaltwarnsignals das Fahrzeug ohne Fahrereingriff bis zum Stillstand abgebremst und das System nach einer bestimmten Wartezeit, z. B. 1-2 s abgeschaltet. Der automatische Bremsvorgang wird durch jeden Fahreingriff, sei es an dem Lenkrad oder an einem Fahr- oder Bremspedal, oder auch durch Ausschalten der automatischen Fahrsteuerung abgebrochen;
- wenn die Grenzgeschwindigkeit erreicht ist. Dabei bleibt das System zunächst aktiv und das eigene Fahrzeug beschleunigt nicht über die Grenzgeschwindigkeit hinaus. Wenn dann das Führungsfahrzeug durch steigende Geschwindigkeit den Regelbereich des Systems verläßt, erfolgt eine Abschaltung nach einem vorangehenden Abschaltwarnsignal, da dann in Wirklichkeit kein Führungsfahrzeug mehr vorhanden ist.

Für alle Arten der Abschaltung gilt, dass der Fahrer jederzeit in der Lage sein muß, das Fahrzeug zu übernehmen. Ge-

gebenfalls kann mit dem Abschalten der automatischen Lenkungssteuerung/Regelung auch die automatische Fahrsteuerung/Regelung abgeschaltet werden.

Das erfindungsgemäße System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, kann zur Erzeugung folgender Informations- und Warnsignale eingerichtet sein:

- Informationssignale können erzeugt werden, wenn
- eine unplausible Fahrweise des Führungsfahrzeugs innerhalb der erkannten Fahrspurmarkierung erfaßt wird, wie z. B. bei einem Ausweichmanöver des Führungsfahrzeugs oder bei Beginn eines Spurwechsels desselben.

Eine Abschaltwarnung kann vor jeder Systemabschaltung erzeugt werden.

Das erfindungsgemäße System zur automatischen Folgeführung, insbesondere zur automatischen Staufolgeführung, ermöglicht eine modulare und ausbaufähige hierarchisch organisierte Reglerstruktur, die eine Situationserkennung durch das System und/oder durch den Fahrer und eine situationsabhängige Entscheidung und Auswahl über die Steuer-/Regelbetriebsart, d. h. manuelle oder automatische Steuerung, eine Auswahl der Art der Steuerung oder Regelung, d. h. eine Spurnachführung oder eine Nachführung hinter dem Führungsfahrzeug und eine Auswahl der Reglerparameter und der Sollwerte für die Regelung bietet.

Optionell ist auch eine Fahrertypenerkennungseinheit vorgesehen, die eine fahreradaptive Anpassung des Systems herbeiführt. Der Fahrer hat in jedem Fall die höchste Priorität und kann das System jederzeit übersteuern, da er stets im Überwachungskreis vorhanden ist.

Die anspruchsgemäße Umgebungserfassungseinheit arbeitet vorzugsweise mit Radar-(Radio Detection and Ranging) und/oder Lidar-(Light Detection and Ranging)Strahlung.

Nachstehend wird eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems zur automatischen Folgeführung eines Kraftfahrzeugs anhand der Zeichnung näher beschrieben. Hier wird die Erfindung insbesondere anhand einer automatischen Staufolgeführung verdeutlicht.

Zeichnung

Fig. 1 zeigt in Form eines Funktionsblockschaltbilds eine Übersicht über die Struktur des erfindungsgemäßen Systems; und

Fig. 2 zeigt ebenfalls als Funktionsblockschaltbild eine Reglerstruktur des erfindungsgemäßen Systems, die nach Längs- und Querverführungsfunktionen unterteilt ist.

Ausführungsbeispiel

Wie das in Fig. 1 abgebildete Funktionsblockschaltbild des erfindungsgemäßen Systems zur automatischen Staufolgeführung zeigt, ist die Reglerstruktur hierarchisch gegliedert. Die Hierarchieebenen sind in Fig. 1 mit I, II, III und IV gekennzeichnet.

Die unterste Hierarchieebene I enthält das Kraftfahrzeug 1 mit den ihm zugeordneten Sensoren 2 und Stellgliedern 3. Die Sensoren 2 beinhalten insbesondere die Videokamera gegebenenfalls mit der nachgeschalteten Bildauswertung und den beispielsweise durch ein Radarsystem verwirklichten Abstandserfassungssensor sowie weitere im Fahrzeug vorhandene Sensoren, z. B. einen Sensor zur Ermittlung der Fahrzeug-Istgeschwindigkeit, einen Beschleunigungssensor, einen Steigungssensor, einen Querbewegungs-

sor etc. Hierzu gehören auch Sensoren, die den am Lenkrad eingeschlagenen Lenkradwinkel sowie die durch die automatische Lenkungssteuerung/Regelung an den zu lenkenden Rädern eingestellten Ist-Lenkwinkel erfassen. Die hier erwähnten Sensoren sind nur beispielhaft. Entsprechende Signale können auch von anderen im Fahrzeug vorhandenen Steuergeräten geliefert werden.

Die Stellglieder 3 dienen zur Ansteuerung der Längs- und Querbewegung des Fahrzeugs unabhängig von der Antriebsart. Z. B. können Stellglieder zur Steuerung/Regelung der Brennkraftmaschine, wie deren Drehzahl, Drosselklappenwinkel, Einspritzmenge und/oder -intervalle, automatische/manuelle Bremsstellglieder sowie ein oder mehrere elektrische Stellmotoren zur Einstellung eines Lenkwinkels an den gelenkten Rädern unabhängig vom Lenkradwinkel vorgesehen sein.

Die nächste Hierarchieebene II stellt die Grundsteuerung/Regelung dar und umfaßt eine mit von den Sensoren 2 gelieferten Signalen beaufschlagte Zustandsschätzung 4, auswählbare Reglerarten bzw. Regelgesetze für Vorwärtsregelungen 5 sowie auswählbare Reglerarten bzw. Regelgesetze für rückkoppelnde Regelungen 6, wobei die ausgewählten Reglerarten-Regelgesetze über ein Summierglied zusammengefaßt werden, sowie einen Umschalter 7, der zwischen automatischer und manueller Ansteuerung der Stellglieder 3 umschaltet. Die Regelgesetze der Vorwärtsregelung 5 und die der rückkoppelnden Regelung 6 verwenden Ergebnisse der Zustandsschätzung 4 und die der Einheit 8 zur Anpassung der Reglerparameter und der Sollwerte und werden abhängig von Ergebnissen ausgewählt, die eine Regelbetriebsartauswähleinheit 9 betreffen. Die Einheiten 8 und 9 sind der nächsthöheren Hierarchiestufe III zugeordnet. In der zur Überwachung und Anpassung dienenden höchsten Hierarchiestufe IV analysiert eine Einheit 10 anhand des Ergebnisses der Zustandsschätzung 4 und anhand von Sensorsignalen von den Führungssensoren 2 sowie aus Fahrereingaben die Situation und erzeugt ein Analyseergebnis, welches in einer Entscheidungseinheit 12 verarbeitet wird und wesentlich dazu beiträgt, ob eine manuelle oder die automatische Steuerung oder Regelung für die Staufolgeföhrung ausgeführt wird. Ferner dient die durch die Einheit 10 analysierte Situation dazu, über eine Einheit 11 die Reglerbetriebsart mittels der Auswähleinheit 9 auszuwählen, insbesondere, ob eine Folgeföhrung nach einem voranfahrenden Führungsfahrzeug oder eine Föhrung nach der Fahrbahnmarkierung auszuführen sind.

Optionell umfaßt die höchste Hierarchiestufe IV eine adaptive Fahrertyperkennung, die die Sollwert- und Parameteranpassung 8 entsprechend einem erkannten Fahrertyp beaufschlagt. Eine solche adaptive Fahrertyperkennung kann auch durch entsprechende vom Fahrer selbst eingebare Fahrertypinformationen ersetzt oder ergänzt werden.

Der Fahrer erhält also durch die direkte Beeinflussung der Situationsanalyse 10 sowie des Umschalters 7 jederzeit die Möglichkeit

- die automatische Staufolgeföhrung des Systems an die vorliegende Situation anzupassen oder abzuschalten und das Fahrzeug manuell zu föhren. Dadurch, dass der Fahrer die Hierarchieebenen II-IV überlagert, hat er selbst die höchste Priorität und kann das System jederzeit übersteuern. Durch die vom Fahrerwunsch beeinflussbare und von den Sensorsignalen beaufschlagte Situationsanalyse 10 wird eine situationsabhängige Entscheidung über die Steuer/Regelbetriebsart "manuell" oder "automatisch", den Typ der Steuerung bzw. Regelung, z. B. die Föhrung anhand der erkannten Fahrbahnmarkierung oder die Föhrung anhand des er-

kannten Führungsfahrzeugs sowie über die Einheiten 8 und 9 die Auswahl der Parameter und Sollwerte (Einheiten 5 und 6) für die Steuerung/Regelung erreicht. Die optionell vorgesehene Fahrertyperkennung 13 ermöglicht eine fahreradaptive Anpassung, indem sie die Sollwert- und Parameteradaptationseinheit 8 beaufschlagt.

Das anhand des in Fig. 1 dargestellten Funktionsblockschaltbilds erläuterte erfindungsgemäße System zur automatischen Staufolgeföhrung hat vorteilhafterweise eine hierarchische und ausbaufähige Struktur und arbeitet situations- und fahreradaptiv, wobei sich der Fahrer stets im Überwachungskreis befindet, die höchste Priorität hat und das System jederzeit übersteuern kann. Damit kann der Fahrer jederzeit die Verkehrssituation selbst einschätzen und die Verantwortung für sein Fahrzeug übernehmen, indem die automatische Staufolgeföhrung abgeschaltet wird.

Die in Fig. 1 gezeigte hierarchisch gegliederte Funktionsstruktur des erfindungsgemäßen Systems zur automatischen Staufolgeföhrung wird durch die Fig. 2 ergänzend veranschaulicht, die ebenfalls in Form eines Funktionsblockschaltbilds die erfindungsgemäßen Funktionen trennt in die Fahr- und Bremssteuerung bzw. -regelung A (im linken Teil der Fig. 2) und die automatische Lenkungssteuerung/Regelung B (im rechten Teil der Fig. 2).

Fahr- und Bremssteuerung bzw. -regelung A mit "Stop" und "Go"-Funktion

Im oberen Teil des Abschnitts A sind die unmittelbar dem Fahrzeug 1 zugeordneten Funktionen der Fahr- und Bremssteuerung bzw. -regelung, nämlich Stellglieder 120 und Sensoren insbesondere ein Sensor 121 zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit eingetragen. Die gemessene Fahrzeuggeschwindigkeit wird zusammen mit einer gesetzten Sollgeschwindigkeit 124 einer Geschwindigkeitsregelung 123 eingegeben, die eine Auswahlfunktion 122 zur Auswahl der Regelungsart beaufschlagt. Weitere Eingangsgrößen der Fahr- und Bremssteuerung bzw. -Regelung A sind ein zeitlicher Abstand zum Führungsfahrzeug 125, von einem Radarsystem 126 erfaßte Fahrzeuge 129 sowie erfaßte Fahrbahnmarkierungen 128, die ein Ergebnis der Auswertung der von einer Videokamera 127 gelieferten Bildrahmen sind. Anhand der erfaßten Fahrbahnmarkierung 128 und der erfaßten Fahrzeuge 129 wählt eine Auswahlfunktion 130 ein geeignetes voranfahrendes Führungsfahrzeug aus (Ausgangsgröße 131). Weitere Ausgangsgrößen der Fahrzeugauswahl 130 sind die Relativgeschwindigkeit 132 sowie die Distanz 133 des voranfahrenden Fahrzeugs zum eigenen Fahrzeug. Die so ermittelte Ist-Distanz 133 wird mit einer aus der eigenen gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit berechneten Solldistanz verknüpft und mit dem Verknüpfungsergebnis eine Distanzregelfunktion 134 beaufschlagt, die außerdem die aus der Auswahlfunktion 130 sich ergebende Relativgeschwindigkeit 132 als Eingangsgröße erhält. In einer Auswahlfunktion 122 wird die Steuerungs- oder Regelbetriebsart der Fahr- und Bremssteuerung bzw. -regelung A ausgewählt, nämlich entweder die Geschwindigkeitsregelung 123 oder die Distanzregelung 134, um damit die Stellglieder 120 anzusteuern.

Automatische Lenkungssteuerung/Regelung B

Diese im rechten Teil der Fig. 2 dargestellte automatische Lenkungssteuerung/Regelung B enthält wieder die schraffiert markierte Ebene des Fahrzeugs 1 mit den für die automatische Lenkungssteuerung bzw. Regelung notwendigen

dem Fahrzeug zugeordneten Stellgliedern 20 sowie Sensoren 21 zur Erfassung der Ist-Position des Eigenfahrzeugs. Der Regelteil B empfängt als Eingangsgrößen die Information 131 über das erfaßte Führungsfahrzeug, die Ist-Distanz 133 zwischen dem eigenen und dem Führungsfahrzeug sowie die anhand der ausgewerteten Bildrahmen von der Videokamera 127 erfaßten Fahrbahnmarkierungen 128. Aus der von den Sensoren 21 gelieferten Ist-Position des Eigenfahrzeugs und den aus den Bildrahmen der Videokamera erfaßten Fahrbahnmarkierungen 128 wählt eine Wählfunktion 27 die zur automatischen Lenkungssteuerung bzw. -regelung B geeignete Fahrbahnmarkierung aus. Wenn es sich dabei um eine Fahrbahnmarkierung 24 vor dem eigenen Fahrzeug handelt, beaufschlagt diese Information 24 zusammen mit der aus dem linken Regelungs-Teil A stammenden Information 131 über das erfaßte voranfahrende Führungsfahrzeug eine Auswahlfunktion 23 zur Auswahl der Regelbetriebsart, die mit einer symbolisch als Umschalter 31 dargestellten Wählfunktion die automatische Lenkungssteuerung bzw. Regelung B zwischen, einer Führungsfahrzeug-Folgeregelung 26 und einer Fahrbahnmarkierungs-Folgeregelung 29 auswählt. Dabei erhält die Führungsfahrzeug-Folgeregelung 26 als Eingangsgröße die im Teil A ermittelte Distanz 133 des eigenen Fahrzeugs von dem voranfahrenden Führungsfahrzeug und einen Sollwert 25, während die Fahrbahnmarkierungs-Folgeregelung 29 von der Auswahlfunktion 27 eine Information über eine geeignete ausgewählte Fahrbahnmarkierung 28 sowie einen Sollwert 30 empfängt. Die Stellglieder 20 werden dann entsprechend der von der Wählfunktion 31 gewählten automatischen Lenkungssteuerungs bzw. -regelungsbetriebsart, d. h. entweder entsprechend der Führungsfahrzeug-Folgeregelung 26 oder entsprechend der Fahrbahnmarkierungs-Folgeregelung 29 eingestellt.

Es ist zu erwähnen, dass die in Fig. 1 gemäß hierarchischen Gesichtspunkten und in Fig. 2 entsprechend den Regelbetriebsarten A und B unterteilten Funktionen von einer entsprechend eingerichteten Steuer/Regeleinheit ausgeführt werden können. Selbstverständlich lassen sich aber die Funktionen auch von separaten Steuer/Regeleinheiten ausführen, deren Programme entsprechend den in Fig. 2 gezeigten getrennten Funktionen A und B aufgeteilt sind.

Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems zur automatischen Staufolgeföhrung eines Kraftfahrzeugs kann folgende Bedienelemente und Anzeigen aufweisen;

- Ein-/Ausschalter;
- gegebenenfalls Tastatur zur Eingabe einer Fahrer-typinformation die, wie erwähnt, die automatische Fahrer-typenken-nung 13 ersetzen oder ergänzen kann;
- Anzeige: "System ist einsatzbereit", d. h. die Einschaltbedingungen sind erfüllt;
- Anzeige: "System ist aktiv";
- Anzeige: "System ist (wird) abgeschaltet".

Die nachfolgende Aufstellung gibt beispielhaft einige Situationen, die darauffolgenden Systemreaktionen sowie Informationen an, die einem Fahrer mitgeteilt werden:

- Hin- und herfahrendes Führungsfahrzeug innerhalb der Fahrspur, d. h. das Führungsfahrzeug föhrt Ausweichmanöver aus oder hat eine unplausible Fahrweise. Dem Fahrer wird eine entsprechende Information angezeigt. Das System kann hierauf seine Eigenintelligenz nutzen und nach Hindernissen Ausschau halten und selbst reagieren. Dazu sind geeignete Schwellwerte nötig.
- Fahrspurwechsel des Führungsfahrzeugs mit soforti-

gem Erkennen eines neuen Führungsfahrzeugs. Dem Fahrer wird darauf eine entsprechende Information erzeugt.

- Finscheren eines Fahrzeugs, wobei das einscherende Fahrzeug ein neues Führungsfahrzeug wird. Dem Fahrer des eigenen Fahrzeugs wird eine entsprechende Information angezeigt. Ein zu knapp einscherendes Fahrzeug macht eine Bremsung z. B. mit mehr als 0,5 g erforderlich. Dazu ermöglicht die automatische Lenkung einen weiteren Freiheitsgrad zum Ausweichen.

- Fahrspurwechsel des Führungsfahrzeugs ohne Erkennen eines neuen Führungsfahrzeugs. Das System wird abgeschaltet und eine entsprechende Abschaltwarnung erzeugt bzw. angezeigt. Bei plötzlichem Spurwechsel des Führungsfahrzeugs, das z. B. einem Hindernis ausweicht, kann die Totzeit verkürzt oder die maximale Verzögerung erhöht werden. Wenn daraufhin ein Objekt oder ein Führungsfahrzeug sicher erkannt wird, kann die maximale Bremsverzögerung von 0,5 g erhöht werden.

- Fahrbahnmarkierung kann nicht mehr erkannt werden, jedoch ist ein Führungsfahrzeug vorhanden. Das System schaltet dann mit Abschaltwarnung ab.

- Stehende Objekte, die keine Fahrzeuge sind, z. B. Wambaken, Baustellenabschränkungen, verlorene Ladung, befinden sich innerhalb der Fahrspur. Wenn diese Objekte sicher erkannt wurden, kann darauf durch Systemabschaltung mit einer Abschaltwarnung reagiert werden.

- Eine Kreuzung wird durch Fehlen, bzw. Aussetzen der Fahrbahnmarkierung erkannt. Das System kann daraufhin mit Abschaltwarnung abschalten.

Als eine Weiterbildung läßt sich in dem System ein Modell der Umgebung bilden und damit der Fahrbahnverlauf vorausberechnen. Damit läßt sich sicherstellen, dass auf größere Abstände der Fahrspurmarkierung, z. B. wenn diese durch Schnee verdeckt sind, oder auch auf versetzt fahrende Führungsfahrzeuge reagiert werden kann.

Durch entsprechende angepaßte Öffnungswinkel der Videokamera und/oder durch mehrere im Abstand angebrachte Videokameras läßt sich eine Erkennung sonst unklarer Situationen sicherstellen.

Patentansprüche

1. System zur automatischen Folgeföhrung, insbesondere zur automatischen Staufolgeföhrung, eines Kraftfahrzeugs, welches

- eine elektronische Fahr-, Brems- und Lenkungssteuerung/Regelung,
- eine mit einer Videokamera und nachgeschalteter Bildauswertung ausgerüstete Umgebungsbilderfassungseinheit, die Signale erzeugt, die der elektronischen Fahr-, Brems- und Lenkungssteuerung zumindest zur automatischen Führung längs einer markierten Fahrspur eingebbar sind, und/oder
- eine Umgebungserfassungseinheit, die aufgrund detektierter Reflexionen von ausgesandter elektromagnetischer Strahlung arbeitet,
- eine Abstands- und Relativgeschwindigkeitserfassungseinheit aufweist, die einen Abstand und eine Relativgeschwindigkeit zu einem aufgrund der von der Umgebungsbilderfassungseinheit und/oder Umgebungserfassungseinheit erzeugten Signale auswählbaren Führungsfahrzeug erfaßt und jeweils ein entsprechendes Abstands- und Re-

lativgeschwindigkeitserfassungssignal erzeugt, und

- Auswahl- und Entscheidungsmittel vorgesehen sind, die aufgrund von von einem Fahrer eingehbaren und/oder von einem Fahrer abhängigen Parametern und aufgrund von vom System automatisch ermittelten Bedingungen
- entscheiden,
- ob eine automatische Folgeführung, insbesondere eine Staufolgeführung, ausführbar ist oder
- ob eine manuelle Fahr-, Brems- und Lenkungssteuerung vom Fahrer auszuführen ist,
- ob nur eine automatische Führung längs einer erkannten markierten Fahrspur oder
- ob eine Folgeführung nach einem erkannten Führungsfahrzeug ausführbar sind, oder
- ob eine Kombination einer Führung längs einer markierten Fahrspur mit einer Folgeführung nach einem Führungsfahrzeug ausführbar ist, wobei jederzeit eine durch einen Eingriff des Fahrers initiierte manuelle Steuerung priorisiert ist,
- und auswählen,
- welche der Parameter für die Entscheidung automatische oder manuelle Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, zugrunde zu legen sind
- und die, wenn die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, ausgeführt wird die Steuerungs- und Regelalgorithmen und -parameter für die automatische Fahr-, Brems- und Lenkungsregelung auswählen.

2. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel außerdem eine automatische Anpassung der ausgewählten Parameter an die ermittelten Bedingungen vornehmen.

3. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass außerdem eine Fahrertyperkennungseinheit vorgesehen ist und dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel außerdem eine automatische Anpassung der ausgewählten Parameter und Sollwerte an einen von der Fahrertyperkennungseinheit erkannten Fahrertyp vornehmen.

4. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nur einschalten, wenn die Umgebungsbilderfassungseinheit die markierte Fahrspur erkannt und erfaßt hat, dass das Führungsfahrzeug innerhalb der erfaßten markierten Fahrspur fährt.

5. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel außerdem die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nur einschalten, wenn das Führungsfahrzeug unterhalb einer bestimmten Grenzgesewindigkeit fährt.

6. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel außerdem die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nur einschalten, wenn der eigene Fahrer nach einem Halt und Wiederanfahren das System aktiviert.

7. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere

Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, abschalten, wenn das Führungsfahrzeug die markierte Fahrspur verläßt und kein neues Führungsfahrzeug erkannt wird oder schneller als eine bestimmte Grenzgesewindigkeit fährt.

8. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, abschalten, wenn der eigene Fahrer einen Lenkeingriff über ein bestimmtes Lenkmoment und/oder über einen bestimmten Lenkwinkel hinaus vornimmt.

9. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, abschalten, wenn der eigene Fahrer einen Fahrpedaleingriff vornimmt.

10. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, abschalten, wenn der eigene Fahrer dieselben zwar aktiviert hat, aber die Einschaltbedingungen nicht erfüllt sind.

11. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, auf eine entsprechende manuelle Eingabe des eigenen Fahrers abschalten.

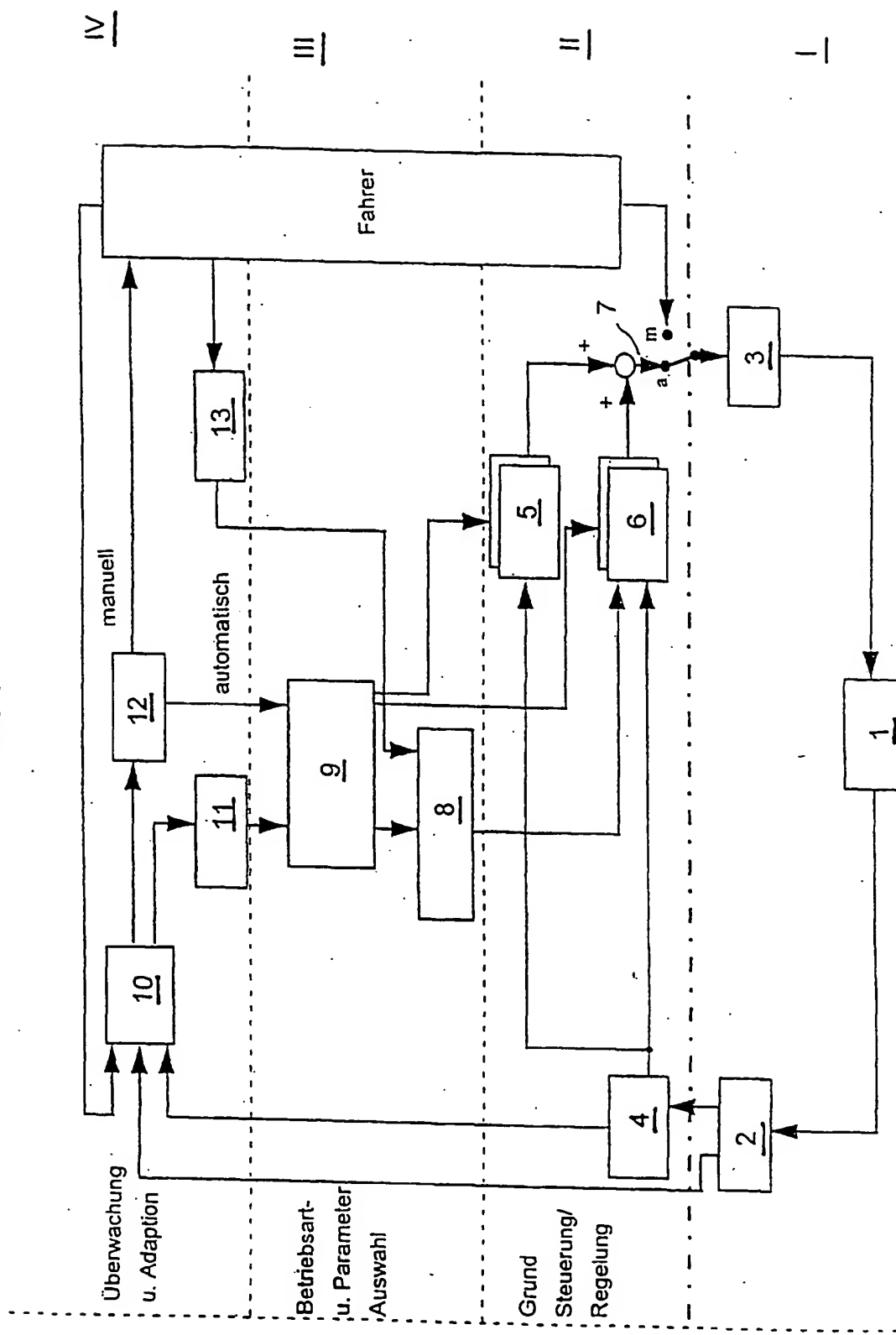
12. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl- und Entscheidungsmittel die automatische Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, abschalten, wenn die Umgebungsbilderfassungseinheit erfaßt hat, dass die Fahrspurmarkierung fehlt oder aussetzt.

13. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei jedem Abschalten der automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, ein entsprechendes Warnsignal für den Fahrer erzeugt wird.

14. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstands- und Relativgeschwindigkeitserfassungseinheit ein Radarsystem aufweist.

15. System zur automatischen Folgeführung, insbesondere Staufolgeführung, nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umgebungserfassungseinheit mit Radar-(Radio Detection and Ranging) und/oder Lidar-(Light Detection and Ranging)Strahlung arbeitet.

FIG. 1



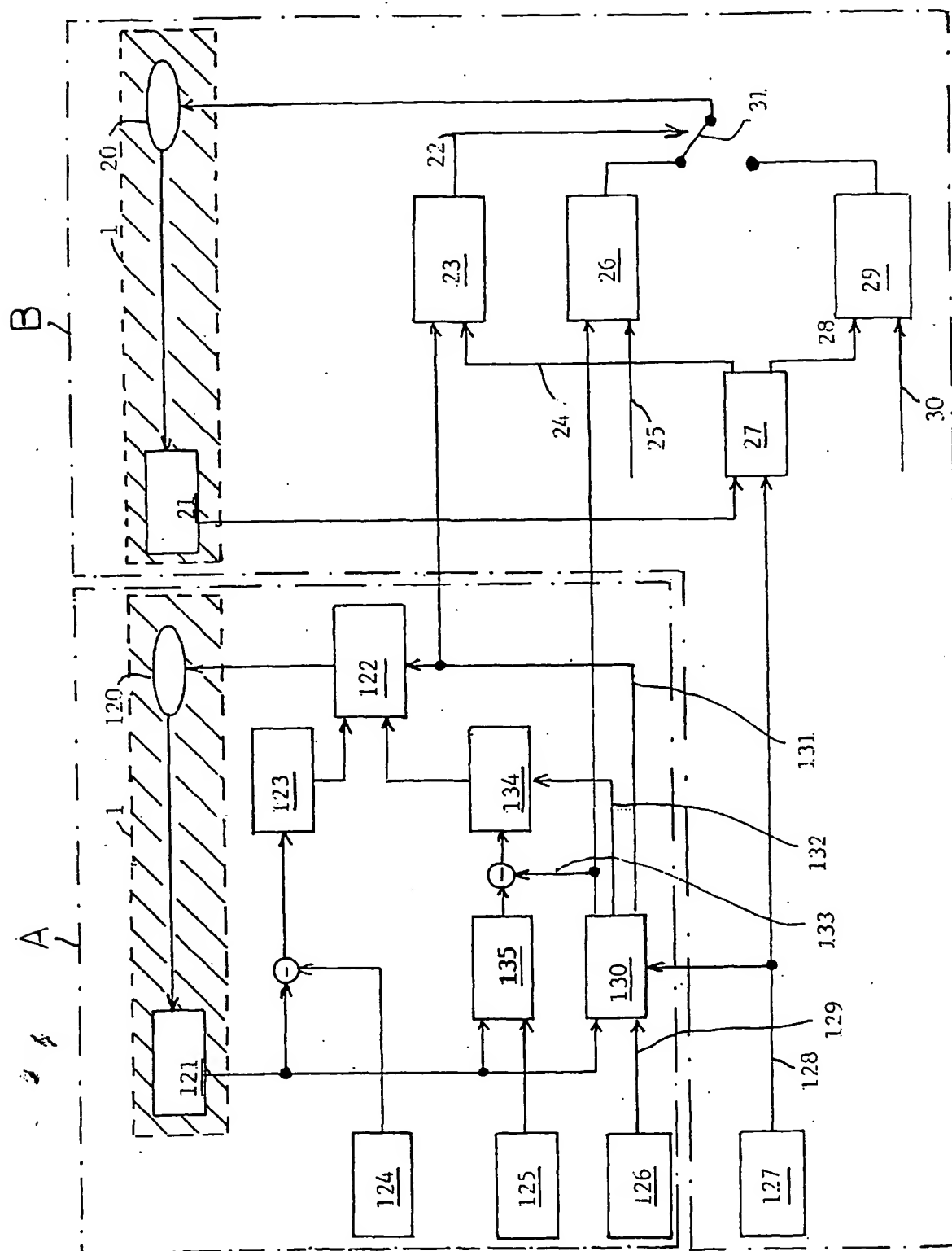


FIG. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.